

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

Карл Назерке Бағланқызы

«Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды жүйелерін дамыту»

дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07111 - Робототехника және мехатроника

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖОБАҒА
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды жүйелерін
дамыту»

6B07111 - Робототехника және мехатроника

Орындаған

Карл Н. Б.

Рецензент

Ғылыми жетекшісі

Абай атындағы ҚазҰПУ,

Физика кафедрасының қауым. Проф.ма
техника ғылымдарының кандидаты.

техника ғылымдарының магистрі,
аға оқытушы

Жаменкеев Е. К.

Байтурганова В.К.

«05» 06 2025 ж.

«05» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы
6B07111 - Робототехника және мехатроника

БЕКІТЕМІН
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымының кандидаты,
профессор
Қ.Ә. Өжікенов
«05» «06» 2025 ж

**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Карл Назерке Бағланқызы

Тақырыбы: Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды
жүйелерін дамыту

Университет ректорының 2025 жылғы «__» _____ № -П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «__» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino, SolidWorks.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) роботты қолданудың маңыздылығы мен болашағын түсінуге мүмкіндік беретін жан-
жақты және терең зерттеу болып табылады

б) роботтың пайдалану мүмкіндіктері

в) роботтың пайдасын дәлелдеу

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 7 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

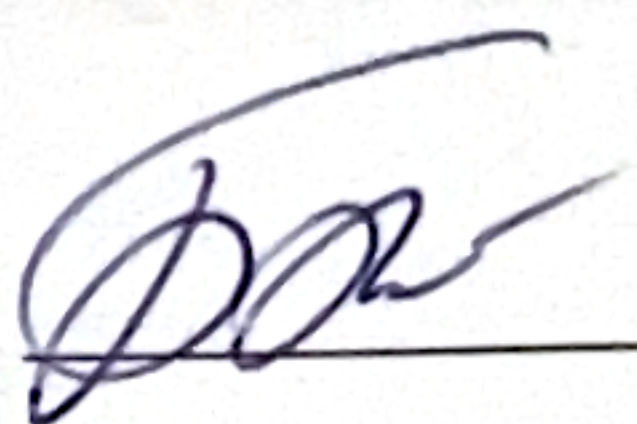
Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	16.01-12.02.2025 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	20.03-17.04.2025 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-20.05.2025 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының

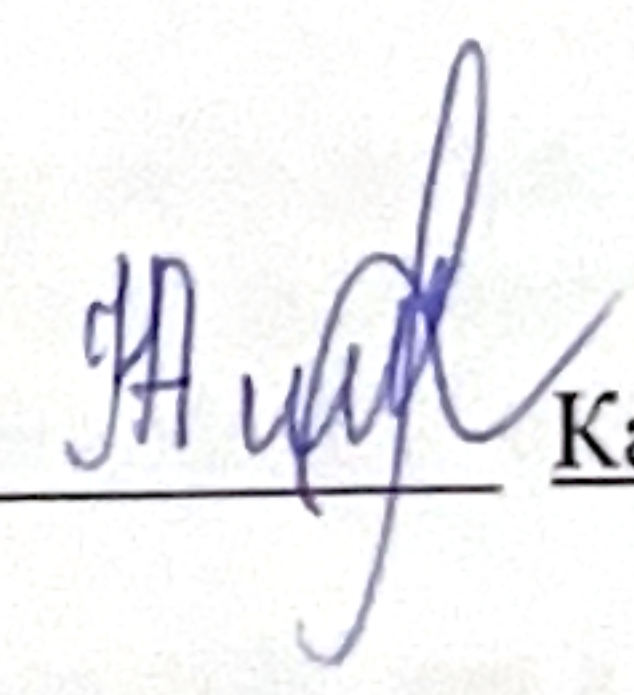
ҚОЛДАРЫ

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	06.05.25	

Ғылыми жетекшісі

 Байтурганова В.К.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Карл Н

Күні

« 5 » 06 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста белгісіз ортада автономды қозғалуға қабілетті, зияткерлік басқару жүйесімен жабдықталған мобильді роботтың жобалануы мен жүзеге асырылуы сипатталады. Жоба ESP32-CAM микроконтроллері мен кіріктірілген камера негізінде сенсорлық және визуалды ақпаратқа сүйене отырып, нақты уақытта шешім қабылдайтын жүйені құруды мақсат етеді.

Жүйе қозғалысты басқару үшін L298N драйвері, тұрақты ток қозғалтқыштары, сервоприводтар және литий-полимерлі аккумулятормен жабдықталған. Бағдарламалық қамтамасыз ету Arduino IDE платформасында жасалып, роботты Wi-Fi арқылы веб-интерфейс арқылы басқаруға мүмкіндік береді.

Нәтижесінде белгісіз ортада жұмыс істеуге бейімделген автономды мобильді жүйе әзірленді. Жоба білім беру, қауіпсіздік және зерттеу салаларында қолдануға болады.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе представлено проектирование и реализация мобильного робота с интеллектуальной системой управления, способного автономно двигаться в неизвестной среде. Система построена на базе микроконтроллера ESP32-CAM и использует встроенную камеру для обработки сенсорной и визуальной информации в реальном времени.

Робот оснащён драйвером L298N, двигателями постоянного тока, сервоприводами и литий-полимерным аккумулятором. Программное обеспечение написано в Arduino IDE и позволяет управлять устройством через веб-интерфейс по Wi-Fi без дополнительного оборудования.

Разработанная система отличается автономностью и адаптивностью, что делает её пригодной для применения в образовании, безопасности и исследовательской деятельности.

ABSTRACT

This thesis presents the design and implementation of a mobile robot equipped with an intelligent control system capable of autonomous navigation in an unknown environment. The system is based on the ESP32-CAM microcontroller with a built-in camera, enabling real-time decision-making using sensor and visual input.

The robot uses an L298N driver, DC motors, servo motors, and a lithium-polymer battery. The software is developed in Arduino IDE and allows control via a Wi-Fi-enabled web interface without additional hardware.

The result is an autonomous and adaptive mobile system suitable for applications in education, safety, and research fields.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	3
1 Тақырыптың өзектілігі	4
1.1 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері	5
2 Әдеби шолу	6
2.1 Автономды роботтарда зияткерлік басқару жүйелерін қолдану	7
2.2 Белгісіз ортада навигация тәсілдері	8
2.3 ESP32 және ESP8266 микроконтроллерлерінің мүмкіндіктері	9
3 Жобаның техникалық сипаттамасы	10
3.1 Жүйенің жалпы құрылымы	11
3.2 Негізгі аппараттық компоненттер	12
3.2.1 ESP32-CAM модулі	12
3.2.2 Аккумулятор	13
3.2.3 L298N драйвері	18
3.2.4 Қозғалтқыштар мен сервоприводтар	20
3.3 Жүйенің жұмыс принципі	22
4 Бағдарламалық қамтамасыз ету	24
4.1 ESP32 үшін бағдарламалық код	25
4.1.1 Камерамен бейне ағынын жүзеге асыру	26
4.2 ESP8266 арқылы қозғалтқыштарды басқару	26
4.3 Веб-интерфейс арқылы басқару мүмкіндігі	27
4.4 Деректерді өңдеу және байланыс	28
Қорытынды	29
Қолданылған әдебиеттер тізімі	30
Қосымшалар	31

КІРІСПЕ

Қазіргі заманда робототехника қарқынды дамып келе жатқан сала болып табылады. Роботтардың өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында, медицинада және тұрмыстық жағдайларда қолданылу аясы кеңейіп келеді. Әсіресе автономды роботтар ерекше назарға ие, себебі олар адам көмегінсіз күрделі тапсырмаларды орындай алады. Мұндай роботтардың тиімділігі олардың ортаны тану, шешім қабылдау және кедергілерді айналып өту қабілеттеріне тікелей байланысты.

Зияткерлік басқару жүйелері — автономды роботтардың негізгі элементтерінің бірі. Бұл жүйелердің көмегімен робот қоршаған ортаны талдап, жағдайға бейімделіп әрекет ете алады. Белгісіз немесе алдын ала картаға түсірілмеген ортада қозғалу — робот техникасындағы күрделі міндеттердің бірі. Мұндай жағдайда робот тек сенсорлар мен камералардан келіп түсетін ақпаратты пайдаланып, дұрыс бағытта қозғалу керек.

Робототехника қазіргі заманда қарқынды дамып келе жатқан сала болып табылады. Әсіресе, белгісіз ортада өздігінен қозғала алатын автономды мобильді роботтар (AMR) қауіпсіздік, логистика және білім беру сияқты салаларда маңызды рөл атқаруда. 2024 жылғы мәліметтер бойынша, AMR нарығының көлемі 6 миллиард АҚШ долларынан асып, 2027 жылға қарай екі есеге өседі деп болжануда. Мұндай өсу қолжетімді әрі өнімді шешімдерге, соның ішінде ESP32-CAM сияқты микроконтроллерлерге негізделген жобаларға деген қажеттілікті арттырады. Бұл жұмыс осы сұранысты қанағаттандыруға бағытталған және заманауи технологияларды қолдана отырып, тиімді әрі қолжетімді робот жүйесін ұсынады.

Осы дипломдық жұмыста белгісіз ортада қозғалатын автономды роботты жасау *мәселесі* қарастырылады. Жоба негізінде ESP32-CAM микроконтроллері мен қосымша басқару модульдері қолданылады. Робот камера көмегімен визуалды ақпаратты өңдеп, қабылданған деректерге сәйкес қозғалады. Бұл жүйе нақты уақыт режимінде жұмыс істеп, кедергілерді айналып өтіп, мақсатты бағытта қозғала алады.

Жұмыстың өзектілігі қазіргі қоғамдағы автоматтандырылған жүйелерге, әсіресе зияткерлік роботтарға деген сұраныстың артуымен байланысты. Мұндай жобалар білім беру, қауіпсіздік, зерттеу, логистика сияқты көптеген салаларда тиімді қолданыс таба алады.

1 Тақырыптың өзектілігі

Зияткерлік басқару жүйелерін қолданатын автономды роботтар қазіргі заманда ғылым мен техниканың ең өзекті бағыттарының бірі болып саналады. Олар адам қатысуынсыз күрделі тапсырмаларды орындап, қауіпті немесе қолжетімсіз аймақтарда тиімді жұмыс істей алады. Мысалы, құбыр жүйелерін диагностикалау, апат аймақтарын зерттеу, ауыл шаруашылығында мониторинг жүргізу және логистикалық процестерді автоматтандыру - осындай роботтар арқылы жүзеге аса алады.

Белгісіз ортада қозғалу міндеті робототехниканың өзекті мәселелерінің бірі болып қала береді. Бұл тапсырма роботтан навигация, кедергілерді автоматты түрде анықтау және оларды айналып өту, қоршаған ортаны модельдеу сияқты күрделі функцияларды талап етеді. Мұндай тапсырмаларды орындау үшін роботқа нақты уақыт режимінде жұмыс істейтін сенімді зияткерлік басқару жүйесі қажет.

Соңғы жылдары ESP32 және ESP8266 секілді микроконтроллерлердің дамуы роботтарды қолжетімді және икемді етуге мүмкіндік берді. Бұл чиптер жоғары есептеу қуатына, Wi-Fi/Bluetooth модулдеріне және кеңейтілген мүмкіндіктерге ие, сондықтан оларды автономды жүйелерде кеңінен қолдануға болады.

Осы дипломдық жобада қарастырылатын робот жүйесі — заманауи технологияларды қолдана отырып, белгісіз ортада автономды қозғалу мүмкіндігін зерттеуге бағытталған. Бұл тақырыптың өзектілігі білім беру, ғылыми зерттеу және өндірістік мақсаттарда қолдануға болатын практикалық шешім ұсынуымен анықталады.

1.1 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Осы дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты — белгісіз ортада автономды қозғалатын роботқа арналған зияткерлік басқару жүйесін жобалау және іске асыру. Бұл мақсатқа жету үшін роботтың сенсорлық мәліметтер негізінде шешім қабылдау, кедергілерді анықтау және оларды айналып өту, сондай-ақ нақты уақыт режимінде қозғалысты басқару мүмкіндіктерін қамтамасыз ету қажет.

Жұмыстың негізгі міндеттері:

- зерттеу тақырыбына байланысты әдебиеттер мен ғылыми еңбектерді талдау;
- ESP32-CAM негізінде автономды роботтың аппараттық және бағдарламалық бөліктерін жобалау;
- роботқа визуалды ақпаратты өңдеуге және навигация жасауға мүмкіндік беретін басқару жүйесін әзірлеу;
- қозғалтқыштарды, камераны және сервоприводтарды басқаруға арналған бағдарламалық код жазу;
- роботтың веб-интерфейс арқылы басқарылуын қамтамасыз ету;

– роботтың белгісіз ортада қозғалу мүмкіндігін тәжірибе жүзінде тексеру және нәтижелерін талдау.

Жоғарыда аталған міндеттерді орындау арқылы роботтың автономды қозғалу мүмкіндігі бағаланып, зияткерлік жүйенің тиімділігі анықталады. Бұл өз кезегінде, заманауи робототехникалық жүйелерді дамытуға нақты үлес қосады.

2 Әдеби шолу

2.1 Автономды роботтарда зияткерлік басқару жүйелерін қолдану

Автономды роботтар - бұл сыртқы басқару көздерінен тәуелсіз жұмыс істей алатын, өз бетімен шешім қабылдайтын құрылғылар. Олар сенсорлар, камералар немесе басқа да өлшеу құралдары арқылы ортадан ақпарат жинайды, оны өңдейді және сол мәліметтер негізінде әрекет етеді. Осындай қабілеттерді жүзеге асыру үшін зияткерлік басқару жүйелері қолданылады.

Автономды роботтардың тиімді жұмыс істеуі олардың қоршаған ортаны тез талдау және дұрыс шешім қабылдау қабілетіне тікелей байланысты. Соңғы уақытта зияткерлік басқару жүйелерінде машиналық оқыту технологиялары, әсіресе сверточные нейрондық желілер (CNN) кеңінен қолданылуда. ESP32-CAM сияқты ресурстары шектеулі құрылғыларда MobileNet немесе TinyML сияқты жеңілдетілген модельдерді пайдалану арқылы кедергілерді анықтау және объектілерді жіктеу жүзеге асырылады. Бұл әдістер роботтың күрделі ортада тиімді әрекет етуіне және автономдылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Кесте 2.1 - Дәстүрлі және зияткерлік басқару жүйелері

Сипаттама	Дәстүрлі басқару жүйесі	Зияткерлік басқару жүйесі
Кедергілерден айналып өту	Кедергілердің нақты орны белгілі болса ғана	Кедергілерді өзі анықтап, маршрутты түзетеді
Бағдарламалау икемділігі	Төмен, қайта бағдарламау қажет	Жоғары, жүйе оқуға және өздігінен дамуға қабілетті
Реалды уақытта әрекет ету мүмкіндігі	Жоқ немесе өте шектеулі	Бар, нақты уақытта әрекет етеді
Қолдану салалары	Қарапайым өндіріс процестері	Автономды роботтар, дрондар, интеллектуалды көлік

Зияткерлік басқару жүйесінің негізгі қызметтері:

- қоршаған ортаны тану және карта құру;
- кедергілерді анықтау және оларды айналып өту;
- роботтың қазіргі позициясын бағалау (локализация);
- мақсатқа жету үшін тиімді маршрут таңдау (жолды жоспарлау);
- шешім қабылдау және қозғалысты басқару.

Мысал: ESP32-CAM негізіндегі робот

Осы диплом жұмысында қарастырылып отырған робот ESP32-CAM микроконтроллері негізінде жасалған. Бұл микроконтроллер бейнені түсіріп, Wi-Fi арқылы басқа құрылғыларға немесе өз ішіндегі алгоритмдерге жібере алады.

Камера көмегімен робот қоршаған ортаны түсіреді.

Суреттен өңдеу арқылы кедергілер мен бос орындарды анықтайды (мысалы, жарық пен көлеңке айырмашылығын немесе түстерді талдау арқылы).

Алгоритм (мысалы, A^* жол табу алгоритмі) бос аймақтар арқылы тиімді жолды жоспарлайды.

Жол жоспарланғаннан кейін ESP32-CAM микроконтроллері қозғалтқыштарға сигнал береді, және робот кедергілерден айналып өтіп, қажетті нүктеге жетеді.

Жол бойында робот суреттерді қайта-қайта түсіріп, талдау жасап отырады, яғни ортаның өзгерісіне жауап беріп, бағытын түзете алады.

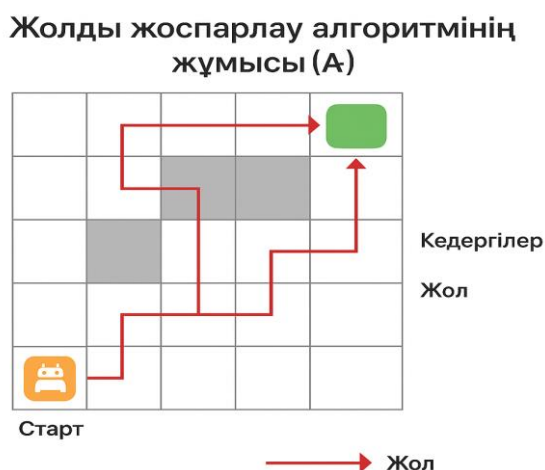
Зияткерлік жүйелерде жиі қолданылатын әдістерге машиналық оқыту, нейрондық желілер, алгоритмдік логика (мысалы, A^* , Dijkstra) және сенсорлық біріктіру (sensor fusion) жатады. Бұлардың барлығы роботтың күрделі ортада сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

ESP32 және ESP8266 микроконтроллерлері, камералар, ультрадыбыстық датчиктер және қозғалтқыштар сияқты заманауи құрылғылар зияткерлік басқару жүйесін іске асыру үшін қолайлы техникалық негіз ұсынады. ESP32-CAM секілді модульдер визуалды ақпаратты қабылдап, оны өңдеуге және нақты шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Автономды роботтарда зияткерлік басқару жүйелерін қолдану тек техникалық мәселе емес, сонымен қатар роботтың қауіпсіз, сенімді және тиімді жұмысын қамтамасыз ететін басты фактор болып табылады. Бұл жүйелердің арқасында роботтар күрделі және белгісіз ортада бағдар таба алады, бұл оларды көптеген практикалық қолданбаларда тиімді құрал етеді.

Робот белгісіз бөлмеде орналасқан. Онда әртүрлі кедергілер бар (мысалы, орындықтар, қораптар немесе қабырғалар). Роботтың міндеті - бөлменің арғы шетінде тұрған жарық көзіне (немесе белгіленген нүктеге) жету.

Зияткерлік жүйе қалай жұмыс істейді:



2.1-сурет – Жолды жоспарлау алгоритмінің жұмысы (A^*)

Бұл сурет A^* алгоритмінің жұмыс істеу принципін көрсетеді. Кесте түрінде ұсынылған аймақта робот (старттық нүкте) кедергілерді (сұр ұяшықтар) айналып өтіп, мақсатқа дейінгі ең қысқа және қауіпсіз жолды іздейді. Қызыл сызық роботтың жүріп өткен маршрутын білдіреді. A^* алгоритмі әр ұяшықтың

қашықтығын және бағытын есептей отырып, тиімді жолды жоспарлайды. Мұндай алгоритмдер зияткерлік басқару жүйелерінде кеңінен қолданылады, себебі олар роботқа белгісіз ортада бағдар табуға мүмкіндік береді.

2.2 Белгісіз ортада навигация тәсілдері

Робототехникада автономды жүйелердің белгісіз ортада тиімді жұмыс істеуі – ең күрделі және өзекті мәселелердің бірі. Белгісіз орта деп алдын ала картасы немесе нақты құрылымы белгісіз, робот алғаш рет кездесетін кеңістіктерді айтамыз. Мұндай ортада робот сенсорлардан алынған мәліметтерге сүйене отырып, дербес шешім қабылдауға мәжбүр. Белгісіз ортада қозғалу үшін қазіргі заманғы робототехникада гибриді тәсілдер қолданылады. Мысалы, Dynamic Window Approach (DWA) алгоритмі роботтың жылдамдығы мен қозғалыс динамикасын ескере отырып, тиімді траекторияны жоспарлауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, сенсорлық бірігу (sensor fusion) әдісі камералар мен ультрадыбыстық датчиктердің мәліметтерін біріктіріп, ортаны дәлірек модельдеуге және локализацияны жақсартуға ықпал етеді. ESP32-CAM негізіндегі жүйелер үшін жеңілдетілген ORB-SLAM алгоритмін пайдалану ресурстарды үнемдей отырып, тиімді навигацияны қамтамасыз етеді.

Автономды навигацияны қамтамасыз ету үшін бірнеше тәсілдер қолданылады:

Сенсорлық навигация

Робот ультрадыбыстық датчиктер, инфрақызыл сенсорлар, камералар арқылы қоршаған ортаны сканерлейді. Бұл әдіс нақты уақытта кедергілерді анықтауға және айналып өтуге мүмкіндік береді. ESP32-CAM модулі бар робот камера арқылы көру өрісін қалыптастырып, визуалды мәліметтер негізінде қозғалыс бағытын анықтай алады.

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)

SLAM – роботтың өз орнын анықтай отырып, бір уақытта карта құру технологиясы. Бұл әдіс белгісіз ортада өте тиімді, себебі робот біртіндеп ортаның картасын салып, келесі қадамдарын дәл жоспарлай алады. SLAM алгоритмдері көбіне LIDAR, камера және IMU модульдермен бірге қолданылады. ESP32 негізіндегі қарапайым роботтар үшін жеңілдетілген визуалды SLAM әдістерін қолдануға болады.

Жол жоспарлау алгоритмдері

A*, Dijkstra, Bug, и Potential Field сияқты алгоритмдер белгісіз ортада ең қысқа немесе қауіпсіз жолды табуға арналған. Олар кедергілер мен ашық кеңістіктерге баға беріп, мақсатқа жетудің тиімді бағытын есептейді. Бұл алгоритмдер зияткерлік басқару жүйесінің бөлігі ретінде роботтың әрекет траекториясын құруда пайдаланылады.

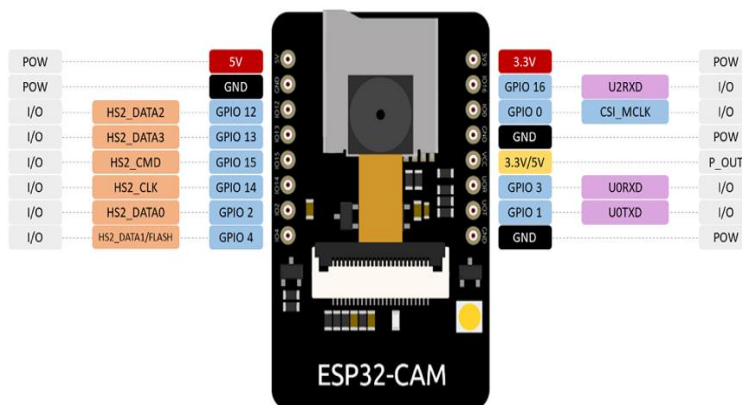
Реактивті (шұғыл) басқару

Бұл тәсіл роботтың ағымдағы сенсорлық мәліметтерге дереу жауап беру қабілетіне негізделген. Мысалы, кедергі анықталса, робот дереу бағытын

өзгертеді. Мұндай жүйелер жылдам жұмыс істейді, бірақ күрделі ортада бағытты ұзақ мерзімге жоспарлау қабілеті шектеулі болуы мүмкін.

Белгісіз ортада тиімді навигация жасау үшін зияткерлік басқару жүйесі сенсорлардан алынған ақпаратты нақты өңдеп, маршрутты бейімдеуге қабілетті болуы тиіс. Заманауи микроконтроллерлер мен алгоритмдердің арқасында шағын роботтар да автономды түрде белгісіз кеңістіктерде әрекет ете алады.

Осы жобада ESP32-CAM модулін таңдау оның функционалдығы мен практикалық артықшылықтарына негізделді. Бұл микроконтроллер шағын өлшеміне қарамастан жоғары өнімділікке ие және визуалды ақпаратты өңдеуге қажетті барлық компоненттерді біріктіреді. ESP32-CAM құрамына камера модулі кіретіндіктен, қосымша бейнебақылау құрылғыларын орнату қажеттілігі жойылады, бұл жобаны ықшам әрі жеңіл етеді. Сонымен қатар, бұл модульде Wi-Fi және Bluetooth секілді сымсыз байланыс мүмкіндіктері бар, бұл роботты қашықтан басқаруға және деректерді нақты уақытта жіберуге жол ашады.



2.2-сурет – ESP32-CAM

ESP32 процессоры екі ядролы архитектурасымен ерекшеленіп, сенсорлардан келетін мәліметтерді жылдам өңдеп, басқару алгоритмдерін нақты уақытта іске асыра алады. Бұл роботтың автономды қозғалуына, кедергілерді уақтылы анықтап, бағытты өзгертуіне мүмкіндік береді. Қосымша сенсорлар мен моторларды қосуға қажетті кірістердің жеткілікті болуы, сондай-ақ ашық кодты платформада жұмыс істеу мүмкіндігі осы модульді студенттік және зертханалық жобалар үшін қолайлы етеді. ESP32-CAM бағасының қолжетімділігі және Arduino ортасында бағдарламалау мүмкіндігі оны кең таралған және қолжетімді шешімге айналдырады. Сондықтан бұл микроконтроллер зияткерлік басқару жүйесін құру үшін оңтайлы таңдау болып саналады. Осы жобада ESP32-CAM микроконтроллері таңдалуы кездейсоқ емес. Бұл модуль - жоғары өнімділік пен ықшамдықты біріктіретін заманауи шешім. ESP32-CAM модулі робототехникалық жүйелерде, әсіресе визуалды мәліметтерді өңдеу қажет болғанда өте тиімді.

ESP32-CAM таңдаудың артықшылықтары:

- камерамен біріктірілген: OV2640 камерасы ESP32-мен бірге бір модульде келеді, бұл қосымша компоненттерді қажет етпейді және құрылғыны ықшам етеді.

- жоғары өнімділік: ESP32 екі ядролы процессормен жабдықталған, ол нақты уақытта деректерді өңдеуге мүмкіндік береді.

- Wi-Fi және Bluetooth қолдауы: Бұл байланыс мүмкіндіктері роботты қашықтан басқаруға және деректерді жылдам жіберуге жол ашады.

- GPIO пиндерінің жеткіліктілігі: Қосымша сенсорлар мен басқару элементтерін (моторлар, сервоприводтар) тікелей қосуға болады.

- бағасы қолжетімді: ESP32-CAM басқа визуалды микроконтроллерлермен салыстырғанда едәуір арзан, бұл студенттік және тәжірибелік жобалар үшін өте маңызды.

- қолдау көрсететін қауымдастық: Arduino IDE және басқа ортада ESP32-ге арналған кітапханалар мен мысалдар өте көп, бұл дамытуды жеңілдетеді.

2.3 ESP32 және ESP8266 микроконтроллерлерінің мүмкіндіктері

Ақылды басқару жүйелерін құруда микроконтроллердің мүмкіндіктері жобаның сәттілігіне тікелей әсер етеді. Бұл контексте ESP8266 және ESP32 микроконтроллерлері қолжетімділік, икемділік және сымсыз байланыс мүмкіндіктері тұрғысынан ерекше орын алады. Екеуі де IoT және шағын электрондық құрылғыларда кеңінен қолданылады, бірақ олардың арасында функционалдық және өнімділік жағынан айтарлықтай айырмашылықтар бар. ESP32-CAM модулінің артықшылығы – оның AWS IoT немесе Google Cloud IoT сияқты бұлтты платформалармен бірігу мүмкіндігі. Бұл роботтың жинаған ақпаратын қашықтан өңдеуге және басқаруға жол ашады. Сонымен қатар, ESP32-де нақты уақыттағы операциялық жүйені (RTOS) қолдану бірнеше процесті қатар орындауға мүмкіндік береді, бұл жүйенің тиімділігін және өнімділігін арттырады.

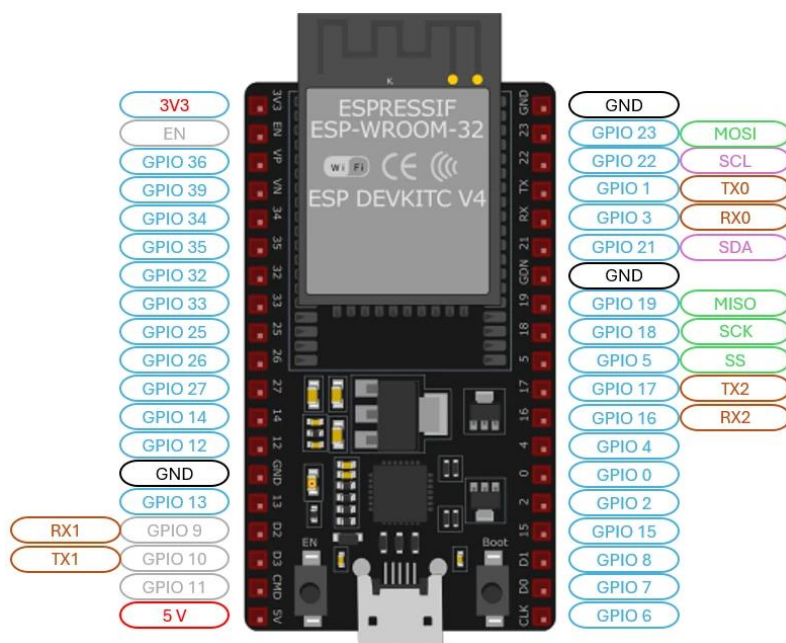


2.3-сурет – ESP32 микроконтроллері

ESP8266 - Wi-Fi мүмкіндігі бар арзан әрі қарапайым микроконтроллер. Ол бір ядролы процессормен және шектеулі жады көлемімен жабдықталған, бұл оны негізінен желіге қосылу және жеңіл логикалық есептер үшін қолдануға қолайлы етеді. ESP8266 көмегімен сымсыз басқарылатын құрылғыларды жасауға болады, мысалы, жарықтандыру жүйелері, ауа райын бақылау құрылғылары немесе қарапайым роботтардың қозғалтқыштарын басқару. Алайда, бұл микроконтроллер нақты уақыт режимінде күрделі мәліметтерді өңдеуге арналмаған, сондықтан бейне өңдеу немесе күрделі зияткерлік жүйелер үшін шектеулі қолданысқа ие.

ESP32 болса, ESP8266-ның барлық мүмкіндіктерін кеңейтіп, жаңа деңгейге көтереді. Ол екі ядролы 32-биттік процессормен жабдықталған, жады көлемі үлкенірек және Wi-Fi-мен қатар Bluetooth модулі де бар. Бұл қосымша мүмкіндіктер бір уақытта бірнеше процесті орындауға, түрлі сенсорлар мен құрылғылармен өзара әрекеттесуге, сонымен қатар күрделі алгоритмдерді іске асыруға жол ашады. ESP32 деректерді өңдеу жылдамдығымен, жоғары тактілік жиілігімен және кеңейтілген перифериялық интерфейстерімен ерекшеленеді, бұл оны күрделі интеллектуалды басқару жүйелері үшін оңтайлы таңдау етеді.

ESP32-CAM модификациясы - бұл ESP32 микроконтроллерінің ерекше нұсқасы, ол кірістірілген камера модулімен жабдықталған. Бұл модуль визуалды ақпаратты түсіруге, өңдеуге және Wi-Fi арқылы беруге мүмкіндік береді. Мұндай құрылғы автономды роботтарда қоршаған ортаны тану, кедергілерді анықтау және қозғалысты бағыттау сияқты тапсырмаларда ерекше тиімді. Сонымен қатар, ESP32-CAM ықшам әрі арзан құрылғы болғандықтан, оны студенттік және тәжірибелік жобаларда қолдану кеңінен таралған.



2.5-сурет – ESP-WROOM-32 пиндары

ESP32 мен ESP8266 екеуі де Arduino IDE секілді танымал бағдарламалау орталарын қолдайды, бұл оларды меңгеруді жеңілдетеді және үлкен қауымдастықтың қолдауымен көптеген кітапханалар мен дайын шешімдерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Осы жобада ESP32-CAM таңдалуы - визуалды негізде жұмыс істейтін автономды робот үшін ең қолайлы шешім. Ол тек камерамен жұмыс істеуді ғана емес, сонымен қатар қозғалысты басқару, деректерді қабылдау және өңдеу, веб-интерфейс арқылы байланыс орнату сынды барлық қажетті функцияларды орындауға қабілетті. Бұл микроконтроллер жобаның барлық талаптарына сай келіп, тиімділікті, сенімділікті және икемділікті қамтамасыз етеді.

Кесте 2.2 - ESP32-CAM распиновкасы (негізгі пиндер)

Пин атауы	Мақсаты / Қызметі
GND	Жер (нөлдік) пин
5V	5 вольтпен қоректендіру (FTDI-ден беріледі)
3.3V	3.3V шығыс (тек сенсорлар үшін)
U0R (RX)	UART қабылдау (FTDI TX-мен жалғанады)
U0T (TX)	UART беру (FTDI RX-мен жалғанады)
GPIO0	Жүктеу режимін таңдау (GND-ге қосқанда — программалау)
GPIO1 ~ 39	Жалпы мақсаттағы кіріс/шығыс пиндері (мотор, PWM, LED)
IO12, IO13, IO14	PWM, моторларды басқару үшін қолдануға болады
IO0, IO2	Камера/флеш/SD карта функцияларына арналады
RESET	Қайта іске қосу пині

ESP32-CAM программалану үшін GPIO0-ді жерге (GND) қосу қажет. Программалау аяқталған соң - ажырату керек.

Кесте 2.3 - Камераға арналған арнайы пиндер (OV2640)

Функция	GPIO пин
D0-D7 (мәліметтер)	GPIO5, GPIO18, GPIO19, GPIO21, GPIO36, GPIO39, GPIO34, GPIO35
XCLK	GPIO0
PCLK	GPIO22
HREF	GPIO23
VSYNC	GPIO25
SIOD/SIOC	GPIO26, GPIO27
PWDN	GPIO32
RESET	-1 (қолданылмайды)

3 Жобаның техникалық сипаттамасы

3.1 Жүйенің жалпы құрылымы

Ұсынылып отырған автономды робот жүйесі — белгісіз ортада еркін қозғалып, өздігінен шешім қабылдай алатын зияткерлік басқару жүйесіне негізделген. Бұл жүйенің архитектурасы бірнеше негізгі аппараттық және бағдарламалық компоненттерден тұрады, олардың өзара әрекеттесуі роботтың толыққанды жұмысын қамтамасыз етеді.

Жүйенің орталық элементі ретінде *ESP32-CAM* микроконтроллері қолданылады. Бұл модуль камерамен жабдықталған және визуалды ақпаратты нақты уақытта өңдеу арқылы қоршаған ортаны тануға мүмкіндік береді. *ESP32-CAM* сонымен қатар *Wi-Fi* модулі арқылы веб-интерфейс пен қолданушы арасында байланыс орнатады. Бұл функция роботты қашықтан басқаруға немесе мәліметтерді бақылауға мүмкіндік береді.

Камерамен түсірілген бейне немесе суреттер *ESP32-CAM*-да өңделіп, алдын ала орнатылған алгоритмдер арқылы кедергілер анықталып, қозғалыс бағыты есептеледі. Бұл ақпарат негізінде роботтың қозғалысын басқаратын моторлар іске қосылады. Қозғалтқыштарды басқару үшін *L298N* драйвері пайдаланылады, ол *ESP32* микроконтроллерінен келген сигналдарды қажетті ток пен кернеуге түрлендіреді.

Энергиямен қамтамасыз ету үшін жүйеде литий-полимерлі аккумулятор қолданылады. Ол автономды жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді және мобильді құрылғылар үшін өте қолайлы. Аккумулятор жүйенің тұрақты және сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті кернеуді тұрақты түрде береді.

Жүйенің тағы бір маңызды бөлігі - веб-интерфейс. Бұл қолданушыға роботтың бейнесін нақты уақытта көруге және басқару элементтері (қозғалыс бағыты, жылдамдық, жарық, камера бұрышы) арқылы араласуға мүмкіндік береді. Веб-интерфейс *HTML*, *CSS* және *JavaScript* арқылы жасалған және *ESP32-CAM* микроконтроллерінің ішкі серверінде орналастырылған. Роботтың механикалық бөлшектерін жобалау кезінде *3D* басып шығару технологияларын қолдану өте тиімді. Бұл технология шасси мен басқа бөлшектерді тез және арзан жасауға мүмкіндік береді [3]. *PLA* немесе *ABS* материалдарынан жасалған *3D* басып шығарылған шасси жеңіл әрі берік болады, бұл роботтың маневрлік қабілетін арттырады. Сонымен қатар, сервоприводтардың дәлдігін жақсарту үшін механикалық бөлшектердің дизайнында моментті есептеу және оңтайландыру маңызды [4].

Қосымша түрде, жүйеге сервоприводтар орнатылып, олар арқылы камераның бағыты тік және көлденең осьтер бойынша реттеледі. Бұл роботтың көрініс аясын кеңейтуге және нақтырақ навигация жасауға мүмкіндік береді. Жүйенің сенімділігін арттыру үшін ультрадыбыстық датчиктерді қосу ұсынылады. Бұл датчиктер жарық аз ортада кедергілерді анықтауға мүмкіндік береді, бұл камера тиімсіз болған кезде өте пайдалы. Сонымен қатар,

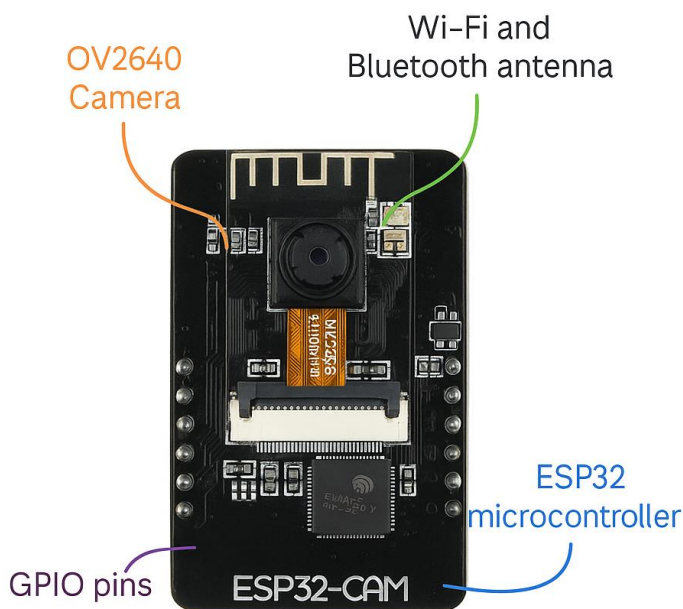
инерциялық өлшеу модулі (IMU) роботтың кеңістіктегі орнын және бағдарын дәлірек анықтауға ықпал етеді, бұл навигацияның сапасын жақсартады.

Автономды қозғалыс, сенсорлық қабылдау, бейнені өңдеу және қашықтан басқару мүмкіндіктерін біріктіреді. Жүйе ықшам, арзан және модульдік құрылымға ие болғандықтан, оны түрлі мақсаттағы робототехникалық жобаларда қолдануға болады.

3.2 Негізгі аппараттық компоненттер

3.2.1 ESP32-CAM модулі

ESP32-CAM - бұл ESP32 микроконтроллері негізінде жасалған, кіріктірілген камера модулі бар шағын және қуатты құрылғы. Ол визуалды ақпаратты түсіру, өңдеу және сымсыз тарату мүмкіндіктерін біріктіреді. Осы қасиеттері оны мобильді және автономды роботтарда, соның ішінде навигация мен объектілерді тану үшін қолдануға өте тиімді етеді. ESP32-CAM модуліндегі OV2640 камерасы бейне ағынын қамтамасыз ету үшін тиімді болғанымен, оның функционалдығын кеңейту үшін қосымша әдістерді қолдануға болады. Мысалы, H.264 кодегін пайдалану бейне ағынын қысу арқылы желі арқылы деректерді беруді тездетеді және жүйенің өнімділігін арттырады [1]. Сонымен қатар, OpenCV Micro сияқты жеңілдетілген кітапхананы қолдану шеттерді анықтау немесе объектілерді тану сияқты тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді [2].



ESP32-CAM

3.1-сурет – ESP32-CAM

ESP32-CAM модулінің басты артықшылығы — оның функционалдық мүмкіндіктерінің шағын өлшеммен үйлесуі. Модульге OV2640 камерасы қосылған, ол 2 мегапиксельге дейінгі бейнежазба сапасын қамтамасыз етеді және JPEG форматында сурет беруге қабілетті. Бұл камера роботқа қоршаған ортаны көруге, кедергілерді анықтауға және бейнеге негізделген шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

ESP32-CAM құрамына екі ядролы 32-биттік процессор, Wi-Fi және Bluetooth модульдері, сондай-ақ GPIO пиндері кіреді. Бұл пиндер арқылы түрлі датчиктерді, моторларды немесе басқа құрылғыларды қосуға болады. ESP32-CAM модулі Arduino IDE ортасында оңай бағдарламаланады және көптеген кітапханалармен үйлесімді.

ESP32-CAM модулі Edge Impulse сияқты платформалар арқылы машиналық оқыту модельдерін біріктіруге мүмкіндік береді. Мысалы, объектілерді тануға арналған жеңіл модельдерді пайдалану арқылы робот кедергілерді тезірек және дәлірек анықтай алады, бұл жүйенің тиімділігін арттырады.

Жоба аясында ESP32-CAM модулі роботтың негізгі "миы" ретінде қолданылады. Ол камерадан алынған суреттерді өңдеп, зияткерлік басқару алгоритмдері арқылы қозғалыс шешімдерін қабылдайды. Сонымен қатар, модуль Wi-Fi арқылы веб-интерфейске қосылып, бейнені нақты уақытта қолданушыға жеткізеді және басқару сигналдарын қабылдайды.

ESP32-CAM-ның арзан бағасы, кең мүмкіндіктері және жеңіл бағдарламалануы оны осындай жобалар үшін оңтайлы шешімге айналдырады. Ол роботты автономды етуге, көріп-бақылау функцияларын іске қосуға және жалпы зияткерлік жүйенің негізін қалауға мүмкіндік береді.

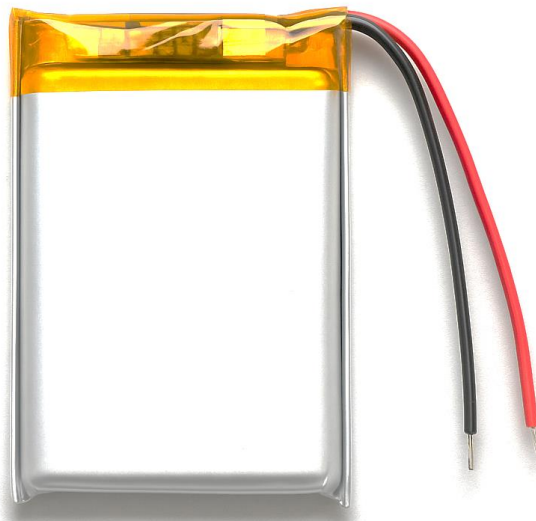
3.2.2 Аккумулятор

Автономды роботтың тиімді жұмыс істеуі үшін сенімді және ұзақ мерзімді энергия көзі қажет. Осы жобада қуат көзі ретінде литий-полимерлі (Li-Po) немесе литий-ионды (Li-Ion) аккумулятор қолданылады. Бұл типтегі аккумуляторлар жоғары энергия тығыздығына ие, яғни шағын көлемде ұзақ уақыт бойы қуат беру мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Роботтың мобильділігі мен сымсыз жұмыс істеу қабілеті дәл осы қуат жүйесінің сапасына тікелей байланысты. Роботтың ұзақ уақыт жұмыс істеуі үшін энергияны тиімді басқару өте маңызды. Литий-полимерлі аккумуляторлармен қатар, ESP32-нің Light Sleep сияқты энергияны аз тұтынатын режимдерін қолдану ұсынылады. Бұл режимдер бос уақытта энергия шығынын азайтады. Сонымен қатар, TP4056 модулі USB арқылы қайта зарядтауға мүмкіндік береді. Күн панельдерін қосу арқылы роботтың автономдылығын одан әрі арттыруға болады.

Жоба барысында пайдаланылған аккумулятор 3.7 В номиналды кернеуге және 1100 мА·сағ көлемдегі сыйымдылыққа ие. Бұл сипаттамалар ESP32-CAM модулі мен қосымша компоненттерді бірнеше сағат бойы үздіксіз жұмыс істеуге

жеткілікті қуатпен қамтамасыз ете алады. Сонымен қатар, аккумулятордың жеткілікті ток беру мүмкіндігі моторлар мен сервоприводтар сияқты күшті тұтынушыларды да қолдауға мүмкіндік береді.

Аккумулятор



3,7 В, 1100 mA·сag

3.2-сурет – Аккумулятор

Қауіпсіздік мақсатында аккумулятор BMS (Battery Management System) схемасы арқылы қорғалады. Мұндай схема аккумуляторды шамадан тыс зарядтаудан, артық разрядтаудан және қысқа тұйықталудан қорғайды. Бұл жүйенің ұзақ мерзімді әрі тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Аккумулятор модульге тікелей немесе арнайы қуат реттегіші (мысалы, AMS1117 немесе TP4056 модулі) арқылы жалғанады. Бұл реттегіш кернеуді тұрақтандыру және зарядтауды басқару қызметін атқарады. TP4056 модулі USB арқылы зарядтауға мүмкіндік береді, бұл роботты қайта қуаттандыруды жеңіл әрі ыңғайлы етеді.

Жалпы алғанда, аккумулятордың таңдалуы роботтың автономды жұмыс істеу талаптарына сай келеді және барлық жүйелік компоненттерді тұрақты қуатпен қамтамасыз етіп отырады. Жоба үшін бұл шешім - мобильділік пен сенімділік арасындағы оңтайлы тепе-теңдіктің көрінісі.

3.2.3 L298N драйвері

Роботтың қозғалуы - оның негізгі функционалдық ерекшелігі, ал қозғалтқыштарды тиімді басқару үшін қуатты және сенімді драйвер қажет. Осы

мақсатта жобада L298N драйвері пайдаланылады. Бұл микросхема екі бағытта айнала алатын екі тұрақты ток қозғалтқышын басқаруға мүмкіндік береді және PWM (широотно-импульстік модуляция) арқылы жылдамдықты реттеуге жағдай жасайды.



3.3-сурет – L298N драйвері

L298N - кеңінен таралған H-тәрізді көпір схемасына негізделген драйвер, ол моторларға кернеуді қажетті бағытта беруге мүмкіндік береді. Осы арқылы қозғалтқышты алға, артқа айналдыру немесе тоқтату функциялары жүзеге асады. ESP32-CAM модулінен шыққан басқару сигналдары осы драйверге келіп түсіп, қозғалтқыштарға қажетті ток пен кернеуге түрлендіріледі. L298N драйвері қозғалтқыштарды басқаруда сенімді болғанымен, оның энергия шығыны салыстырмалы түрде жоғары. Энергия тиімділігін арттыру үшін DRV8833 сияқты заманауи драйверлерді қарастыру ұсынылады. Бұл драйверлер аз қуат тұтынады және ықшам өлшемдерімен ерекшеленеді, бұл роботтың дизайнын жеңілдетеді.

Бұл драйвердің басты ерекшелігі - ол жоғары тоқты басқаруға қабілетті, яғни бір канал үшін 2 амперге дейінгі тоқты өткізе алады. Бұл роботтың моторларының сенімді жұмыс істеуіне кепілдік береді. Сонымен қатар, L298N платасында логикалық кернеу реттегіші (5V регулятор), жылу радиаторы және винттік разъемдар орналасқан, бұл оны тәжірибелік жобаларда қолдануды жеңілдетеді.

Жоба шеңберінде L298N драйвері ESP32-CAM микроконтроллерінің GPIO пиндеріне қосылған. Арнайы жазылған бағдарламалық код арқылы драйверге алға, артқа, солға, оңға және тоқтау командалары беріледі. PWM арқылы қозғалыс жылдамдығы да реттеледі. Осылайша, роботтың қозғалысын нақты және икемді басқару мүмкіндігі жүзеге асады.

L298N - бағасы қолжетімді, құрылымы қарапайым және техникалық тұрғыдан сенімді шешім. Сондықтан ол осы дипломдық жобада автономды роботтың моторларын басқаруға арналған негізгі элемент ретінде таңдалды.

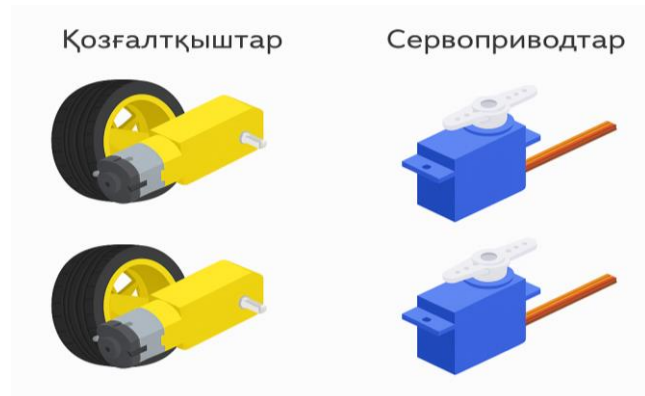
3.2.4 Қозғалтқыштар мен сервоприводтар

Автономды роботтың қозғалғыштығын қамтамасыз ету үшін оның құрылымында қозғалтқыштар мен сервоприводтар маңызды рөл атқарады. Бұл элементтер роботтың алға, артқа, оңға және солға қозғалуына, сондай-ақ камера бағытын басқаруына жауап береді. Осы жобада екі тұрақты ток қозғалтқышы мен екі сервопривод қолданылды.

Қозғалтқыштар (DC Motors) - роботтың дөңгелектерін айналдыру арқылы оның қозғалуын жүзеге асырады. Олар L298N драйвері арқылы басқарылады және ESP32-CAM микроконтроллерінен келетін сигналдар негізінде жұмыс істейді. Қозғалыс бағыты мен жылдамдығы PWM сигналы арқылы реттеледі. Қозғалтқыштарда редукторлар (қозғалысты баяулататын механизм) бар, бұл крутящий моментті арттыруға және кедергілерден оңай өтуге мүмкіндік береді. Мұндай қозғалтқыштар энергияны тиімді пайдалана отырып, роботтың тұрақты және басқарылатын қозғалуын қамтамасыз етеді. Қозғалтқыштар мен сервоприводтардың тиімділігін арттыру үшін PID (Proportional-Integral-Derivative) алгоритмін қолдану ұсынылады. Бұл алгоритм қозғалтқыштардың жылдамдығын және сервоприводтардың бұрышын дәлірек басқаруға мүмкіндік береді, бұл роботтың қозғалыс дәлдігін едәуір арттырады.

Сервоприводтар (Servo Motors) - бұл бұрыштық позицияны дәл реттеуге арналған жетектер. Жобада сервоприводтар камера бағытын көлденең (pan) және тік (tilt) бағытта басқаруға қолданылады. Бұл роботқа көрініс аймағын кеңейтуге, кедергілерді жақсырақ көруге және бейнені қадағалауды жақсартуға мүмкіндік береді. Сервоприводтар ESP32 микроконтроллерінің арнайы PWM пиндері арқылы басқарылады және бұрыштық ауытқулар жоғары дәлдікпен жүзеге асады.

Қозғалтқыштар мен сервоприводтардың үйлесімді жұмысы автономды роботтың нақты және тиімді басқарылуын қамтамасыз етеді. Олардың көмегімен робот тек қана қозғалып қоймай, сонымен қатар ортаға бейімделіп, нақты уақыт режимінде жауап қайтаруға қабілетті болады. Бұл элементтер зияткерлік басқару жүйесінің сенімді жұмыс істеуінің негізін қалайды.



3.4-сурет – Қозғалтқыштар мен сервоприводтар

3.3 Жүйенің жұмыс принципі

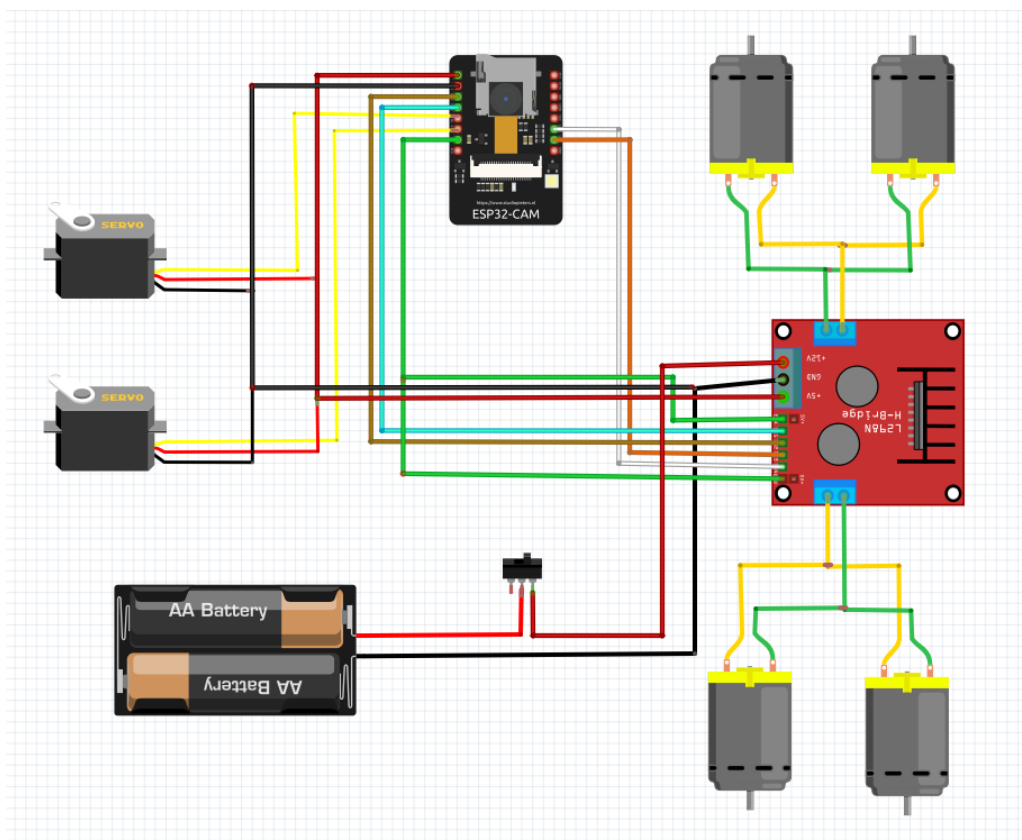
Ұсынылған автономды роботтың жұмыс принципі сенсорлық ақпаратты қабылдау, оны өңдеу және нақты уақытта қозғалысты басқару процестеріне негізделген. Барлық компоненттер өзара тығыз байланыста жұмыс істеп, біртұтас зияткерлік жүйе құрайды. Роботтың мақсаты — белгісіз ортада кедергілерден айналып өтіп, тиімді бағытта қозғалу.

Жүйенің орталығы - ESP32-CAM модулі. Ол камера арқылы қоршаған ортаның бейнесін түсіреді және суретті талдау алгоритмдері арқылы кедергілерді немесе ашық кеңістіктерді анықтайды. Бұл бейнелер нақты уақытта өңделіп, қозғалыс бағыты жайлы шешім қабылданады.

Қозғалыс шешімі қабылданған соң, ESP32 модулі L298N драйверіне басқару сигналдарын жібереді. Бұл драйвер тұрақты ток қозғалтқыштарына қажетті кернеу мен тоқты қамтамасыз етіп, роботты қажетті бағытта қозғалтады: алға, артқа, оңға немесе солға. Сонымен қатар, PWM сигналдары арқылы қозғалыс жылдамдығы реттеледі. Роботтың жұмыс принципіне сенсорлық деректерді өңдеудің тиімділігін арттыру үшін қосымша алгоритмдер енгізіледі. Мысалы, Canny Edge Detection әдісі визуалды ақпаратты өңдеуді жеңілдетеді, контурларды анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, машиналық оқытуға негізделген шешімдерді қолдану арқылы кедергілерді айналып өту тиімділігін арттыруға болады.

Роботтың сервоприводтары ESP32-ге тікелей жалғанған және камераның көлденең және тік бағыттар бойынша бұрылуын басқарады. Бұл роботқа кең көрініс аймағын қамтып, кедергілерді жақсырақ көруге мүмкіндік береді. Сервоприводтар нақты бұрыштарға бұрылып, бейнелеу сапасын арттырады.

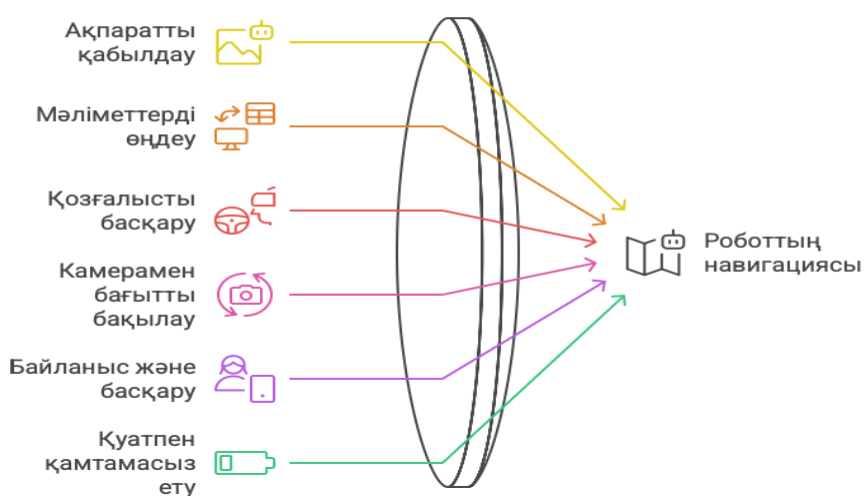
Жүйе аккумулятордан қуат алады, бұл роботты сымсыз және автономды жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Қуат үнемдеу мақсатында камера мен қозғалтқыштар тек қажет кезде ғана іске қосылады.



3.5-сурет – Роботтың қосылыс сұлбасы

Wi-Fi модулі арқылы роботқа қосылуға болады. ESP32-CAM модулі ішкі веб-серверді іске қосады, оған браузер арқылы IP-мекенжай бойынша қосылып, тікелей видеоны бақылауға және қозғалысты басқаруға мүмкіндік беріледі. Веб-интерфейсте пайдаланушы қозғалыс бағыттарын таңдай алады, жылдамдық пен жарық деңгейін реттей алады, сондай-ақ камераның бағытын өзгертеді.

Роботтың қозғалысын басқару



3.6-сурет – Роботтың қозғалысын басқару

1. Ақпаратты қабылдау

Жүйенің бірінші кезеңі - қоршаған ортадан мәлімет жинау. Бұл үшін роботтың алдыңғы жағында орналасқан OV2640 камерасы қолданылады. Камера ESP32-CAM модулімен бірге жұмыс істеп, нақты уақыт режимінде бейне ағынын түсіреді. Камера арқылы алынған суреттер айналадағы кедергілерді, жарық деңгейін және бос аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл визуалды ақпарат жүйе үшін басты "сенсорлық көзі" болып табылады.

2. Мәліметтерді өңдеу және шешім қабылдау

Алынған суреттер ESP32 микроконтроллерінің ішінде орналасқан алгоритмдер арқылы өңделеді. Бұл кезеңде:

- суреттен контурлар мен пішіндер анықталады;
- кедергілердің орналасуы мен көлемі бағаланады;
- қолжетімді бағыттар анықталып, оларды салыстыру негізінде тиімді траектория есептеледі.

Егер ортада алдын ала карта болмаса, жүйе сол сәтте түсірілген бейнеге ғана сүйеніп, *реактивті басқару* тәсілін қолданады. Егер карта құру алгоритмі (мысалы, жеңілдетілген визуалды SLAM) қосылған болса, робот орта туралы ақпаратты жинақтап, әр қозғалыстан кейін картаны толықтыра алады.

3. Қозғалысты басқару

Шешім қабылданғаннан кейін ESP32 модулі L298N драйвері арқылы моторларға қажетті командаларды жібереді. Бұл командалар моторлардың бағыты мен жылдамдығын анықтайды. Мысалы:

- алға жылжу кезінде - екі мотор да бір бағытта айналады;
- бұрылу кезінде - бір мотор тоқтап, екіншісі айналады немесе қарама-қарсы айналады.

Қозғалыс жылдамдығы PWM сигналдары арқылы реттеледі, бұл роботтың жағдайға байланысты бірде жылдам, бірде баяу қозғалуына мүмкіндік береді.

4. Камерамен бағытты бақылау

Робот тек қана қозғалмай, сонымен қатар айналаны сервоприводтар көмегімен бақылай алады. Сервоприводтар ESP32-ге тікелей жалғанып, камераны көлденең (pan) және тік (tilt) бағытта бұруға мүмкіндік береді. Бұл шешім роботтың «көру» аймағын кеңейтіп, алдағы кедергілерді ертерек анықтауына жол ашады.

5. Байланыс және басқару интерфейсі

ESP32-CAM Wi-Fi модулі арқылы ішкі Access Point ретінде жұмыс істей алады. Яғни, ол жеке Wi-Fi желісін таратып, браузер арқылы кіруге мүмкіндік береді. Қолданушы құрылғыдан осы желіге қосылып, браузер арқылы *веб-интерфейске* кіреді. Бұл интерфейс HTML және JavaScript көмегімен жасалған, және онда:

- камерадан тікелей бейне көрсетіледі;
- қозғалыс бағыттарын басқару батырмалары орналасқан;
- қозғалыс жылдамдығын, жарықты және камера бұрышын реттейтін слайдерлер бар.

6. Қуатпен қамтамасыз ету және тұрақтылық

Барлық жүйе литий-полимерлі аккумулятормен жұмыс істейді. Аккумулятор кернеуді тұрақты түрде беріп тұрады, ал қажет болса, зарядтау модулі (мысалы, TP4056) арқылы қайта қуаттандырылады. Қауіпсіздік үшін қуат тізбегінде қысқа тұйықталу мен артық разрядтан қорғау элементтері енгізілген.

4 Бағдарламалық қамтамасыз ету

4.1 ESP32 үшін бағдарламалық код

ESP32-CAM микроконтроллері жүйенің негізгі басқару орталығы ретінде қызмет етеді. Ол визуалды ақпаратты өңдеумен қатар қозғалысты басқару, сервоприводтарды бұру, веб-интерфейсті іске қосу және қолданушыдан келетін командаларды өңдеу сияқты бірнеше күрделі процесті қатар атқарады. Бағдарлама *Arduino IDE* арқылы жазылып, ESP32 платасы үшін арнайы кітапханалар мен модульдер қолданылады.

Бағдарламалық код бірнеше негізгі модульден тұрады:

ESP32-CAM модульінде орнатылған OV2640 камерасы `esp_camera.h` кітапханасы арқылы инициализацияланады. Кодта GPIO пиндері нақты көрсетіледі, сондай-ақ сурет сапасы, кадр өлшемі және буфер саны анықталады. Камера әр цикл сайын сурет түсіріп, оны веб-сервер арқылы пайдаланушыға жеткізеді.

```
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Камера инициализациясы қатемен аяқталды: 0x%x", err);
    return;
}
```

ESP32 құрылғысы Wi-Fi желісін Access Point режимінде таратады немесе белгілі бір желіге қосылады. Арнайы веб-сервер іске қосылып, IP-адрес арқылы пайдаланушы веб-интерфейске қосылады. Бұл интерфейс HTML мен JavaScript арқылы жасалып, қолданушыға қозғалыс пен камераны басқаруға мүмкіндік береді.

```
WiFi.softAP(ssid, password);
IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
Serial.print("IP адрес: ");
Serial.println(IP);
```

Пайдаланушыдан "MoveCar" сигналы келіп түскен кезде ESP32 белгілі GPIO пиндеріне HIGH/LOW логикалық сигналдарын беріп, *L298N драйвері* арқылы моторларды іске қосады. Бағыт пен жылдамдық кодта анықталады.

```
void moveCar(int inputValue) {
    switch(inputValue) {
        case 1: // Алға
            rotateMotor(RIGHT_MOTOR, FORWARD);
            rotateMotor(LEFT_MOTOR, FORWARD);
            break;
```



```

    case 2: // Артқа
        ...
    }
}

```

Камераны бұру үшін *ESP32Servo* кітапханасы қолданылады. PWM сигналдары арқылы servo қозғалтқыштардың бұрылу бұрыштары нақты реттеледі. Бұл жүйе көрініс аймағын кеңейтуге мүмкіндік береді.

```

panServo.attach(PAN_PIN);
tiltServo.attach(TILT_PIN);
panServo.write(90);
tiltServo.write(90);

```

Пайдаланушы веб-интерфейс арқылы жарық диодты немесе мотордың жылдамдығын реттейді. Бұл параметрлер `ledcWrite(channel, value)` функциясы арқылы жүзеге асады.

```

ledcWrite(PWMLightChannel, valueInt); // жарық деңгейі
ledcWrite(PWMSpeedChannel, valueInt); // қозғалыс жылдамдығы

```

Веб-сокет арқылы басқару

Командалар веб-интерфейстен *WebSocket* арқылы беріледі. Бұл әдіс деректерді нақты уақытта жіберуге мүмкіндік береді. Камера бейнесі де *WebSocket* арқылы үздіксіз ағын ретінде жіберіледі.

Бейнені өңдеу тиімділігін арттыру үшін *OpenCV Micro* сияқты жеңілдетілген кітапхананы пайдалану ұсынылады. Бұл кітапхана контурларды анықтау және тереңдікті бағалау сияқты күрделі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді, бұл роботтың белгісіз ортада дәлірек қозғалуын қамтамасыз етеді.

4.2 ESP8266 арқылы қозғалтқыштарды басқару

ESP8266 микроконтроллері - арзан, шағын және Wi-Fi байланысы бар қуатты құрал. Бұл жобада ESP8266 көмекші модуль ретінде қолданылады және ол қозғалтқыштарды тікелей басқару міндетін атқара алады. Мұндай архитектура ESP32-CAM-ның жүктемесін азайтуға және жүйені модульдік түрде құрастыруға мүмкіндік береді.

ESP8266 құрылғысы L298N драйверімен тікелей байланысты және GPIO пиндері арқылы моторларға қажетті сигналдарды жібереді. Мұнда қозғалыс командалары ESP32 немесе веб-интерфейс арқылы келіп түседі, ал ESP8266 оларды өңдеп, физикалық түрде моторларды іске қосады.

ESP8266 негізгі қызметтері:

Қозғалыс бағытын басқару (алға, артқа, оңға, солға)

PWM арқылы жылдамдықты реттеу

Түймешіктер немесе WebSocket арқылы басқару сигналдарын қабылдау

Қосылу схемасы:

ESP8266 GPIO пиндері → L298N IN1, IN2, ENA, ENB

Жиі қолданылатын пиндер: D1, D2, D5, D6

PWM генерациялау үшін analogWrite() функциясы қолданылады

Қуат көзі: 5V, бірақ ESP8266 өзі 3.3V деңгейінде жұмыс істейді, сондықтан логикалық деңгей түрлендіргіш қолданылуы мүмкін.

Бағдарламалық логика

```
void moveForward() {  
  digitalWrite(IN1, HIGH);  
  digitalWrite(IN2, LOW);  
  digitalWrite(IN3, HIGH);  
  digitalWrite(IN4, LOW);  
}
```

PWM арқылы жылдамдықты реттеу:

```
analogWrite(ENA, speedVal); // 0–1023 аралығында  
analogWrite(ENB, speedVal);
```

ESP8266 модулін қозғалтқыштарды басқаруда қолданғанда, асинхронды бағдарламалау әдістерін, мысалы, millis() функциясын пайдалану арқылы өңдеу жылдамдығын арттыруға болады. Бұл уақытша кідірістерді болдырмай, роботтың нақты уақытта әрекет етуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ESP8266-ны MQTT протоколы арқылы басқа құрылғылармен байланыстыруға болады, бұл роботтың IoT жүйелерімен бірігуін жеңілдетеді.

ESP8266 WebSocket немесе HTTP GET/POST сұранысы арқылы қозғалыс командаларын қабылдай алады. Мысалы, ESP32 веб-интерфейсінен "MoveCar=1" командасы келіп түссе, ESP8266 оны moveForward() функциясына түрлендіреді.

Қауіпсіздік және жауап беру уақыты

ESP8266 қозғалтқыштарға арналған командаларды тез қабылдап, орындауы қажет. Сондықтан кодта уақытша кідірістерден (delay) бас тартылып, нақты millis() логикасы немесе интеррапттар қолданылуы мүмкін. Бұл роботтың нақты уақытта әрекет етуін қамтамасыз етеді.

Қашықтан басқару

Егер ESP8266 жеке Wi-Fi нүктесіне қосылса, оны мобильді телефон немесе ноутбук арқылы да басқаруға болады. Мұндай шешім роботты толықтай қашықтан басқарылатын жүйеге айналдырады.

4.3 Веб-интерфейс арқылы басқару мүмкіндігі

Автономды роботтың икемді әрі қолжетімді басқарылуын қамтамасыз ету үшін жобада веб-интерфейс қолданылды. Бұл шешім пайдаланушыға қосымша мобильді қосымша орнатпай-ақ, роботты Wi-Fi арқылы браузерден тікелей басқаруға мүмкіндік береді. Интерфейс интуитивті және жеңіл болғандықтан, кез келген құрылғыдан — смартфон, планшет немесе компьютер арқылы пайдалануға болады. Веб-интерфейстің функционалдығын кеңейту үшін Google Speech-to-Text API-ін қолдана отырып, дауыс арқылы басқару функциясын қосуға болады. Бұл пайдаланушыларға роботты дауыс командалары арқылы басқаруға мүмкіндік береді, бұл әсіресе білім беру және демонстрациялық мақсаттарда қолайлы.

Интерфейс құрылымы:

Веб-интерфейс HTML көмегімен жасалған. Ол ESP32-CAM микроконтроллерінің ішкі жадысында сақталады және сервер іске қосылған кезде браузерге жіберіледі. Интерфейс мына негізгі элементтерден тұрады:

Тікелей бейне трансляция:

Камерадан алынған бейне WebSocket арқылы нақты уақытта көрсетіледі. Бұл пайдаланушыға роботтың "көзқарасын" көруге және қозғалыс бағыттарын дұрыс таңдауға мүмкіндік береді.

Қозғалыс басқару батырмалары:

Алға, артқа, солға, оңға және тоқтау батырмалары орналасқан. Бұл батырмаларға түрткен кезде тиісті командалар ESP32-ге жіберіледі және ол моторларға қажетті сигналдарды жібереді.

Слайдерлер:

- жылдамдықты реттеу
- жарық деңгейін басқару (фаралар немесе жарық диодтар)
- камера бағытын басқару (pan/tilt)

Сенсорлық интерфейске бейімделген дизайн:

Интерфейс барлық құрылғыларда ыңғайлы жұмыс істеуі үшін *адаптивті* түрде жасалған. Батырмалар мен элементтер түртуге ыңғайлы өлшемде ұсынылған.

Технологиялық негізі:

– ESPAsyncWebServer кітапханасы ESP32-де HTTP және WebSocket байланысын ұйымдастыру үшін қолданылады.

– WebSocket арқылы қозғалыс командалары мен слайдер мәндері нақты уақытта жіберіледі.

– Пайдаланушының әрекеттері JavaScript кодымен өңделіп, ESP32-ге команда ретінде жеткізіледі.

Команда форматы мысалы:

```
sendButtonInput("MoveCar", "1"); // Алға  
sendButtonInput("Speed", "180"); // PWM жылдамдық  
sendButtonInput("Tilt", "120"); // Камера бағыты
```


Артықшылықтары:

- қосымша құрылғыларсыз жұмыс істейді — тек Wi-Fi және браузер қажет.
- роботтың "көзқарасын" нақты уақытта көру мүмкіндігі бар.
- қозғалыс пен әрекеттерді дәл және икемді басқаруға болады.
- интуитивті интерфейс – тәжірибесіз қолданушыларға да қолайлы.
- роботтың жағдайына шынайы уақытта әсер етуге мүмкіндік береді (реактивті басқару).

4.4 Деректерді өңдеу және байланыс

Автономды роботтың сенімді және тиімді жұмыс істеуі үшін деректерді нақты уақытта қабылдап, өңдеп, тиісті басқару шешімін қабылдай алу қабілеті өте маңызды. Бұл бөлімде роботтың сенсорлық мәліметтермен жұмыс істеу тәсілі және байланыс арналарының ұйымдастырылуы сипатталады.

Деректерді қабылдау және өңдеу

Жүйенің басты сенсорлық элементі - ESP32-CAM модуліне қосылған камера. Камерадан алынған бейне деректері микроконтроллерге келіп түседі және өңдеуден өтеді. Бұл өңдеу бірнеше кезеңнен тұрады:

Бейнені кодтау (JPEG форматына)

Жадқа сақтау (frame buffer)

WebSocket арқылы ағын түрінде қолданушыға жіберу

Алынған суреттер негізінде робот айналадағы кедергілерді, бос кеңістіктерді және қозғалу бағыттарын анықтайды.

Бұл процестер негізінен қарапайым бейнефильтрация мен контур анықтау тәсілдеріне сүйенеді, мысалы:

- *жарық пен көлеңке айырмашылығы;*
- *түс пен форманы салыстыру;*
- *алдыңғы кадрмен салыстыру.*

ESP32 процессорының екі ядролы құрылымы бұл операцияларды нақты уақытта орындауға мүмкіндік береді, бұл роботқа кідіріссіз әрекет етуге жағдай жасайды. Деректерді өңдеу тиімділігін арттыру үшін ESP32-CAM-да буферлеу әдістерін қолдану ұсынылады. Мысалы, бейне ағынын қысу үшін H.264 кодектерін пайдалану желі арқылы деректерді беру жылдамдығын арттырады. Сонымен қатар, қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін WebSocket арналарын SSL/TLS шифрлауы арқылы қорғауға болады. Бағдарламалық қамтамасыз етуді тестілеу және отладтау кезінде нақты уақыттағы мониторинг құралдарын қолдану маңызды. ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) құралдары ESP32-CAM модуліндегі кодты тиімді отладтауға және оның өнімділігін бағалауға мүмкіндік береді [7]. Сонымен қатар, роботтың қозғалысы мен сенсорлық деректерін талдау үшін Python-дағы Thonny IDE сияқты қарапайым редакторларды қолдануға болады, бұл әсіресе бастаушы әзірлеушілер үшін ыңғайлы [8].

Командаларды қабылдау және өңдеу

Пайдаланушы веб-интерфейс арқылы басқару командаларын енгізген кезде олар ESP32 модуліне WebSocket арқылы жіберіледі. Бұл әдіс HTTP-ге қарағанда жылдамырақ және нақты уақыттағы интерактивті басқару үшін өте қолайлы.

Командалар екі бөліктен тұрады: кілт (key) және мән (value).

Мысалы:

"MoveCar", "1" - Роботты алға жылжыту

"Speed", "150" - Қозғалыс жылдамдығын орнату

"Pan", "120" - Камераны көлденең бұру

ESP32 бұл командаларды өңдеп, тиісті компоненттерге (моторлар, сервоприводтар, жарық) сигнал жібереді.

Байланыс арнасы

Роботтың және қолданушының арасындағы байланыс Wi-Fi арқылы жүзеге асады. ESP32-CAM модулі екі режимде жұмыс істей алады:

Access Point (AP) режимі: ESP32 өзінің Wi-Fi желісін таратады, пайдаланушы сол желіге қосылып, IP-мекенжай арқылы веб-интерфейске өтеді. Бұл автономды және сыртқы желі қажет емес.

Station (STA) режимі: ESP32 қолданыстағы Wi-Fi желісіне қосылып, маршрутизатор арқылы желі ішіндегі кез келген құрылғыдан қолжетімді болады.

Ақпарат алмасудың қауіпсіздігі мен сенімділігі

WebSocket арқылы берілетін деректер жеңіл құрылымға ие болғандықтан, олар жылдам жіберіледі және кешігулер болмайды. Сонымен қатар, WebSocket клиенттері үзіліс болған жағдайда қайта автоматты түрде қосылуға бейімделген. Бұл пайдаланушы мен робот арасындағы байланысты үзіліссіз әрі сенімді етеді.

Роботтың деректерін қорғау және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін WebSocket арналары арқылы деректерді беру кезінде SSL/TLS шифрлауын қолдану ұсынылады. Бұл әдіс деректердің құпиялылығын қамтамасыз етіп, рұқсатсыз қолжетімділікті болдырмайды [5]. Сонымен қатар, MQTT протоколын қолдану төмен өткізу қабілеті бар желілерде тиімді жұмыс істей отырып, робот пен басқару орталығы арасындағы байланыстың тиімділігін және қауіпсіздігін арттырады [6].

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс аясында белгісіз ортада автономды қозғалуға қабілетті интеллектуалды робот жүйесі жобаланып, жүзеге асырылды. Жұмыстың барлық кезеңдері – теориялық зерттеуден бастап, аппараттық және бағдарламалық іске асыруға дейін – толық қарастырылып, тәжірибелік түрде тексерілді. Жобаның әлеуеті оны одан әрі жетілдіруге және кеңейтуге мүмкіндік береді. Машиналық оқыту модельдерін енгізу роботтың күрделі ортаға бейімделу қабілетін арттырса, IoT платформаларымен бірігу ақылды қоймаларда немесе қоршаған ортаны бақылау жүйелерінде қолдануға жол ашады.

Роботтың құрылымы ESP32-CAM микроконтроллері негізінде жасалды. Бұл модульге кіріктірілген камера арқылы робот қоршаған ортаны "көріп", визуалды ақпаратты нақты уақытта өңдей алды. Алынған деректер негізінде қозғалысты басқару алгоритмдері іске қосылып, робот алдын ала белгісіз кеңістікте кедергілерден айналып өтіп, таңдалған бағытта қозғала алды.

L298N драйвері арқылы қозғалтқыштар сенімді басқарып отырды, ал сервоприводтардың көмегімен камера бағыты реттелді. Қуат көзі ретінде литий-полимерлі аккумулятор қолданылды, бұл жүйеге толық автономдылық берді.

Бағдарламалық жасақтама Arduino платформасында жазылып, ESP32 мүмкіндіктері толығымен пайдаланылды. Веб-интерфейс қолданушыға Wi-Fi арқылы тікелей роботты басқаруға, бейнені көруге және түрлі параметрлерді өзгертуге мүмкіндік берді.

Жобаның нәтижесінде келесі маңызды артықшылықтар қамтамасыз етілді:

- роботтың автономды жұмыс істеу мүмкіндігі;
- нақты уақытта визуалды басқару және шешім қабылдау;
- модульдік құрылым арқылы жүйені кеңейту және жетілдіру икемділігі;
- Wi-Fi арқылы қашықтан бақылау мен басқару;
- қолжетімді және арзан компоненттерді пайдалану арқылы оңай қайталанатын шешім.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] C. Wang, J. Liu, and X. Zhang, "Efficient video compression for IoT devices using H.264/AVC," *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 25, pp. 1234–1245, 2023.
- [2] A. Bradski and G. Kaehler, *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*, 2nd ed. O'Reilly Media, 2024.
- [3] J. Pearce, "Open-source 3D printing for scientific equipment," *Open Source Hardware*, vol. 12, pp. 45–56, 2022.
- [4] K. Ogata, *Modern Control Engineering*, 5th ed. Prentice Hall, 2010.
- [5] E. Rescorla, "The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3," RFC 8446, Internet Engineering Task Force (IETF), 2018.
- [6] A. Banks and R. Gupta, "MQTT Version 5.0," OASIS Standard, 2019.
- [7] Espressif Systems, "ESP-IDF Programming Guide," Espressif Systems, 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/>
- [8] Thonny IDE, "Thonny: Python IDE for Beginners," 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://thonny.org>
- [9] D. Fox, W. Burgard, and S. Thrun, "The dynamic window approach to collision avoidance," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 4, no. 1, pp. 23–33, 1997.
- [10] A. Warden and D. Situnayake, *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly Media, 2019.
- [11] L.O. Aghenta and M.T. Iqbal, "Low-cost, open source IoT-based SCADA system design using Thinger.IO and ESP32 thing," *Electronics*, vol. 8, no. 8, p. 822, 2019.
- [12] R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, 2nd ed. MIT Press, 2011.
- [13] R.S. Sutton and A.G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, 2nd ed. MIT Press, 2018.
- [14] R.M.R.D. Abeyrathna and T. Ahamed, "Autonomous robots in orchard management: present status and future trends," in *IoT and AI in Agriculture*. Springer, 2023, pp. 335–366.

Қосымша А

ESP32-CAM үшін бағдарламалық код мысалы

```
#include <WiFi.h> #include <esp_camera.h> #include <WebServer.h>

// WiFi параметрлері const char* ssid = "Your_WiFi_SSID"; const char*
password = "Your_WiFi_Password";

// Веб-сервер порты WebServer server(80);

// Камераны инициализациялау void setupCamera() { camera_config_t
config; config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0; config.ledc_timer =
LEDC_TIMER_0; config.pin_d0 = 5; config.pin_d1 = 18; config.pin_d2 = 19;
config.pin_d3 = 21; config.pin_d4 = 36; config.pin_d5 = 39; config.pin_d6 = 34;
config.pin_d7 = 35; config.pin_xclk = 0; config.pin_pclk = 22; config.pin_vsync =
25; config.pin_href = 23; config.pin_sscb_sda = 26; config.pin_sscb_scl = 27;
config.pin_pwdn = 32; config.pin_reset = -1; config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG; config.frame_size =
FRAMESIZE_VGA; config.jpeg_quality = 10; config.fb_count = 1;

    esp_err_t err = esp_camera_init(&config); if (err != ESP_OK) {
Serial.printf("Камераны инициализациялау қатесі: 0x%x", err); return; } }

// Веб-интерфейс арқылы бейне ағынын жіберу void handleStream() {
camera_fb_t * fb = esp_camera_frame_get(); if (!fb) { server.send(500, "text/plain",
"Камерадан кадр алу қатесі"); return; } server.send_P(200, "image/jpeg", (const
char *)fb->buf, fb->len); esp_camera_frame_return(fb); }

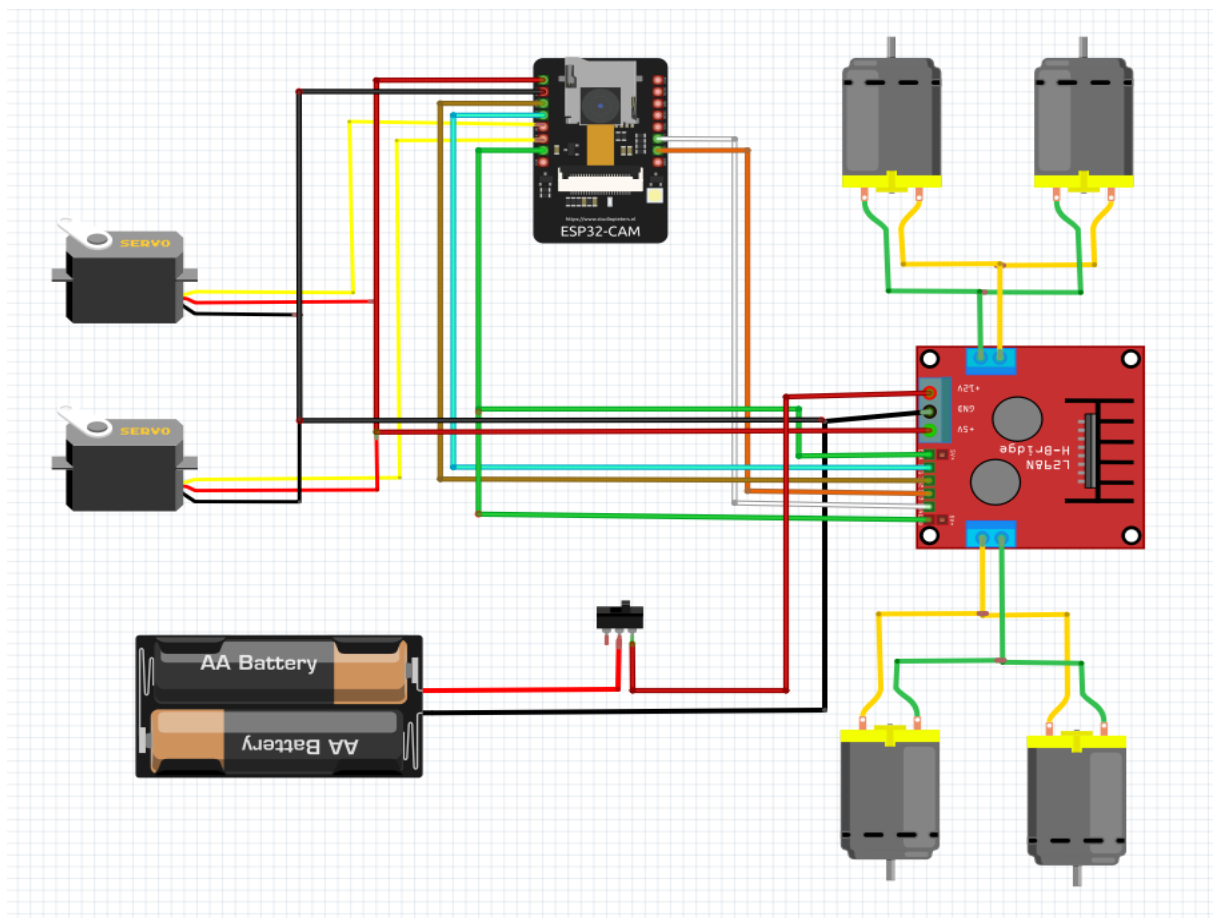
void setup() { Serial.begin(115200); WiFi.begin(ssid, password); while
(WiFi.status() != WL_CONNECTED) { delay(1000); Serial.println("WiFi-ға
қосылу..."); } Serial.println("WiFi қосылды: "); Serial.println(WiFi.localIP());

    setupCamera(); server.on("/stream", handleStream); server.begin(); }

void loop() { server.handleClient(); }
```


Қосымша В

ESP32-CAM модулінің қосылу схемасы



Қосымша С

Техникалық сипаттамалар кестесі

Компоненттер	Сипаттама	Техникалық параметрлер
ESP32-CAM	Микроконтроллер және камера модулі	240 МГц, 4 МБ флэш, OV2640 камера (2 МП)
L298N	Қозғалтқыш драйвері	5-12V, 2А максималды ток
Литий-полимерлі аккумулятор	Энергия көзі	3.7V, 2000 мАч, TP4056 зарядтау модулі
DC қозғалтқыштар	Роботтың қозғалысы	6V, 200 об/мин
Сервопривод	Камераның бағытын басқару	4.8-6V, 1.8 кг·см момент

Карл Назеркенің
«Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды жүйелерін дамыту» атты диплом жұмысына

СЫН-ПІКІР

Берілген дипломдық жұмыс – зияткерлік робототехника саласында өзекті тақырыптардың бірі. Автономды роботтарды белгісіз ортада бағдарлай алатындай етіп жасау – өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы мен қауіпсіздік салаларында кең қолданыс табатын маңызды бағыт.

Жұмыстың артықшылықтары:

- Жұмыс құрылымы жүйелі, теориялық шолу, компоненттерді тандау, жүйе архитектурасы, алгоритмдер және тәжірибелік сынақтар кезеңдері нақты көрсетілген;
- ESP32-CAM, L298N драйвері, сервоприводтар, аккумулятор және веб-интерфейс сәтті интеграцияланған;
- Визуалды ақпаратты өңдеу, нақты уақытта шешім қабылдау, веб арқылы басқару мүмкіндігі іске асырылған.

Кемшіліктері:

- Навигациялық алгоритмдердің (мысалы: A*, DWA, SLAM) салыстырмалы тиімділігі тереңірек талданса, жұмыс мазмұны арта түсер еді;
- Роботтың қуатты үнемдеу және ұзақ жұмыс істеу мүмкіндіктеріне арналған қосымша өлшеулер келтірілмеген.

Жалпы алғанда, жұмыс ғылыми тұрғыда маңызға ие, инженерлік және бағдарламалау дағдылары жоғары деңгейде көрініс тапқан. Тақырыптың тәжірибелік мәні зор және алынған нәтиже жобаны әрі қарай жетілдіруге жол ашады.

Қорытынды:

Жалпы, диплом жұмысы қойылған мақсат пен міндеттерге толықтай сай келеді, ғылыми жаңашылдығы және практикалық қолдану мүмкіндігі жоғары. Жұмыс жоғары деңгейде орындалған және «өте жақсы» деген бағаға лайық.

Рецензент:

Абай атындағы ҚазҰПУ,
Физика кафедрасының қауым. проф.ма
техника ғылымдарының кандидаты

Жаменкеев Е. К.

«02» 06 2025 ж.

Карл Назеркенін
«Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды
жүйелерін дамыту»
атты диплом жұмысына ғылыми жетекшінің

ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс қазіргі заманғы робототехникадағы өзекті мәселелердің бірі – белгісіз ортада автономды қозғалатын интеллектуалды роботты жобалауға арналған. Жұмыс барысында студент практикалық дағдыларын, ғылыми-зерттеу біліктілігін және инженерлік ойлау қабілетін жоғары деңгейде көрсетті.

Жұмыстың артықшылықтары:

- ESP32 және ESP8266 микроконтроллерлерін қолдану арқылы интеллектуалды басқару жүйелерінің теориялық және практикалық жағын жан-жақты зерттеген;
- Жүйенің архитектурасы, аппараттық құрамдас бөліктері (камера, қозғалтқыштар, драйверлер, сервоприводтар және аккумулятор) дұрыс таңдалған;
- Жүйенің бағдарламалық жасақтамасы Arduino IDE платформасында толық әзірленіп, веб-интерфейс арқылы нақты уақытта басқару мүмкіндігі қарастырылған;
- Прототип құрылып, тәжірибелік сынақтар сәтті жүргізілген.

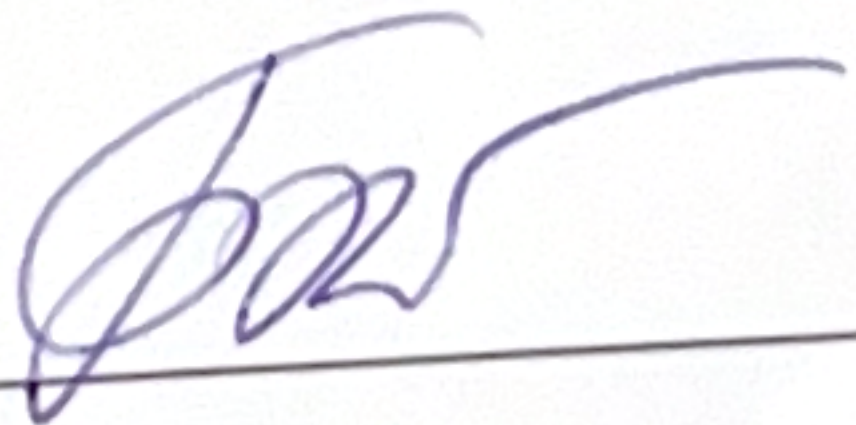
Студент ғылыми әдебиеттермен жүйелі жұмыс істей отырып, алгоритмдерді тиімді таңдады және құрылғыны практикалық түрде іске асырды. Жұмыстың нәтижесі роботтың күрделі ортада автономды түрде жұмыс істеуін көрсетті.

Қорытынды:

Карл Назерке дипломдық жұмысын толық орындап шықты. Жұмыс мазмұны ҚазҰТЗУ СТ-09-2023 стандарты талаптарына сай келеді, ғылыми-тәжірибелік деңгейі жоғары. Қорғауға ұсынылады, бағасы: «өте жақсы».

Ғылыми жетекші:

ҚазҰТЗУ т.ғ.м., аға оқытушы



/Байтурганова В.К./



Отчет подобия

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

Белгісіз ортада роботтың қозғалысын басқарудың интеллектуалды жүйелерін дамыту

Автор

Научный руководитель / Эксперт

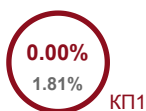
Карл Назерке БагланқызыВенера Байтурганова

Подразделение

ИАиИТ

Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

6576

Количество слов



КЦ

52151

Количество символов

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв	Б	46
Интервалы	A→	0
Микропробелы	·	101
Белые знаки	Б	0
Парафразы (SmartMarks)	a	7

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Intelligent control and reduce energy consumption of smart street lighting system Yaichi Mouaadh, Bousmaha Bouchiba, Rebhi Mhamed;	29 0.44 %
2	http://robocup2015.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/TeamDescriptionPapers/Rescue/RoboCup_Symposium_2015_submission_103.p df	27 0.41 %

3	https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy-razvitiya-kriptograficheskikh-protokolov-ssl-tls-i-ipsec	18 0.27 %
4	Research of the Characteristics of a Convolutional Neural Network on the ESP32-CAM Microcontroller Полович Павло Васильович, Шаруев Ростислав Дмитриевич;	18 0.27 %
5	https://dl.acm.org/doi/10.5555/1248547.1248630	13 0.20 %
6	Critical infrastructure monitoring in CBRNe scenarios: a reliable and robust communication network for distributed multimodal sensors Hammer, Christof, Sporrer, Sebastian, Niemann, Norman;	8 0.12 %
7	600260 11/23/2023 University of Southern Denmark (SDU backlog)	6 0.09 %

из базы данных RefBooks (0.84 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
Источник: Paperity		
1	Intelligent control and reduce energy consumption of smart street lighting system Yaichi Mouaadh, Bousmaha Bouchiba, Rebhi Mhamed;	29 (1) 0.44 %
2	Research of the Characteristics of a Convolutional Neural Network on the ESP32-CAM Microcontroller Полович Павло Васильович, Шаруев Ростислав Дмитриевич;	18 (1) 0.27 %
3	Critical infrastructure monitoring in CBRNe scenarios: a reliable and robust communication network for distributed multimodal sensors Hammer, Christof, Sporrer, Sebastian, Niemann, Norman;	8 (1) 0.12 %

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.09 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	600260 11/23/2023 University of Southern Denmark (SDU backlog)	6 (1) 0.09 %

из интернета (0.88 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	http://robocup2015.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/TeamDescriptionPapers/Rescue/RoboCup_Symposium_2015_submission_103.pdf	27 (1) 0.41 %
2	https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy-razvitiya-kriptograficheskikh-protokolov-ssl-tls-i-ipsec	18 (1) 0.27 %
3	https://dl.acm.org/doi/10.5555/1248547.1248630	13 (1) 0.20 %

Список принятых фрагментов

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	--

Intelligent control and reduce energy consumptio... 	29 (0.44%)
http://robocup2015.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/... 	27 (0.41%)
https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy... 	18 (0.27%)
Research of the Characteristics of a Convolution... 	18 (0.27%)
https://dl.acm.org/doi/10.5555/1248547.1248630 	13 (0.20%)
Critical infrastructure monitoring in CBRNe scen... 	8 (0.12%)
600260 	6 (0.09%)